Aus dem Strahleninstitut (Professor Dr. Voltz)
der I. Universitätsfrauenklinik München
Vorstand: Professor Dr. H. Eymer

Die biologischen Grundlagen der Behandlung mit Radiumsalben

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von

Wilhelm Kittemann
München

München 1938

E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei G. m. b. H., München 2

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent:

Professor Dr. Eymer

Derzeitiger Dekan:

Professor Dr. Broemser

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
und meinem lieben Großvater
in Dankbarkeit
gewidmet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554006_0130

Inhaltsverzeichnis:

Seite

I. Einleitung 7

II. Allgemeines über die radioaktive Strahlung 7

III. Die therapeutisch verwendeten radioaktiven Stoffe und ihre medizinische Bedeutung im allgemeinen 8

IV. Die Arten der Radiumsalben 9

V. Die biologische Wirkung der Radiumsalben im allgemeinen 10

VI. Die biologische Wirkung der Radiumsalben in einzelnen

A. Salben mit Radiumemanation 13

B. Salben mit Thorium X 16

C. Salben mit Thorraduran 18

VII. Anwendungsweise und Dosierung 20

VIII. Indikation und praktische Erfahrungen 22

IX. Zusammenfassende Betrachtung 28

Anhang: Schrifttum 32

I. Einleitung

Um die Jahrhundertwende kam zu den bis dahin üblichen Heilmitteln ein neues, nämlich die strahlende Energie. Man setzte große Hoffnungen auf das neu entdeckte Radium und glaubte schon ein Allheilmittel zur Bekämpfung des Krebses, jener gefürchtetsten und gefährlichsten aller Krankheiten, gefunden zu haben; es wurden auch gute Erfolge erzielt, besonders bei dem weitverbreiteten Gebärmutterkrebs und dem Hautkrebs, doch bei fortgeschritteneren Fällen erwies sich auch diese Therapie als machtlos. Man arbeitete nur mit der Radiumstarkbestrahlung und richtete sein Augenmerk nur auf die zellschädigende, zerstörende Wirkung des Radiums, nur selten beschäftigte man sich mit den Veränderungen, die durch verhältnismäßig geringe Intensitäten der Strahlungen auf den Organismus verursacht werden. Erst die neuere Zeit erforschte die Wirkung kleinerer Dosen und machte sich dann deren fördernde Wirkung zunutze durch Einführung der sogenannten Radiumschwachtherapie. Man dachte an die Abhängigkeit der Wirkung von Quantität und Qualität der auf den Organismus applizierten Strahlen; in Anlehnung an das Arndt-Schulzsche Gesetz, nach dem von chemisch wirksamen Körpern große Dosen toxisch, kleine dagegen fördernd wirken, legte man diese Regel auf dem Gebiete der Radiologie folgendermaßen aus: Die Strahlen wirken in hohen Dosen zerstörend, in mittleren hemmend und in kleinen erregend. Wenn auch die Reizwirkung kleiner Dosen vielfach noch umstritten wird, so darf sie doch auf Grund der zahlreichen Beobachtungen als sicher angenommen werden.

II. Allgemeines über die radioaktive Strahlung

Radioaktiv sind solche Stoffe, bei denen sich spontan und unbeeinflußt von chemischen und physikalischen Einwirkungen die Kernladung des Atoms ständig ändert, d. h. bei denen eine Umwandlung des Atoms in der Weise erfolgt, daß dabei dauernd Atombruchstücke als positiv und negativ geladene Teilchen ausgeschleudert werden. Die fortgesetzte Ausschleuderung ist die „radioaktive Strahlung". Diese ist somit eine Folge des Atomzerfalls.

Man unterscheidet drei Arten radioaktiver Strahlung, nämlich die Alpha-, Beta- und Gammastrahlung.

Die Alpha- und Betastrahlen, die auch unter dem Namen Korpuskularstrahlen zusammengefaßt werden, sind materieller Natur, stellen also eine Masse dar.

Bei den Alphastrahlen handelt es sich um positiv geladene Heliumatome. Sie haben die Fähigkeit Gase zu ionisieren. Dagegen ist ihr Vermögen feste Körper zu durchdringen, also auch auf tiefere Gewebsschichten einzuwirken, äußerst gering.

Die Betastrahlen sind negativ geladene Elektronen. Ihr Durchdringungsvermögen ist ebenfalls gering, jedoch größer als das der Alphastrahlen. Wenn sie demnach auch tiefer als diese in das Gewebe eindringen, so bleibt ihre Wirkung immerhin auf die Oberfläche beschränkt.

Die Gammastrahlen sind nicht materieller Natur, es handelt sich bei ihnen vielmehr um elektromagnetische Schwingungen in der Art sehr kurzwelliger Röntgenstrahlen; im Gegensatz zu den Korpuskularstrahlen besitzen sie ein großes Durchdringungsvermögen und wirken somit auch auf die in der Tiefe gelegenen Gewebe ein, eine Fähigkeit, die ihnen einen besonderen Platz unter den Heilmethoden einräumt.

III. Die therapeutisch verwendeten radioaktiven Stoffe und ihre medizinische Bedeutung im allgemeinen

Aus der Reihe der radioaktiven Stoffe haben nach Gudzent medizinische Bedeutung

1. aus der Radiumfamilie das Radium in Form von Salzen und die daraus entstehende gasförmige Radiumemanation mit ihren Zerfallsprodukten Radium A bis G;

2. aus der Thoriumfamilie — ebenfalls in Form von Salzen — das Mesothorium und das daraus über Radiothor entstehende Thorium X mit seinen Zerfallsprodukten.

Es kommen zwei grundsätzlich verschiedene Methoden zur Verwendung, nämlich die Radiumstarktherapie und die Radiumschwachtherapie.

Radium und Mesothorium sind besonders wichtig für die Radiumstarktherapie. Diese bezweckt mittels großer Dosen eine Tiefenwirkung — und nur eine solche — zu erzielen und durch diese einen zerstörenden Einfluß auf das Gewebe auszuüben. Dazu dienen die aus beiden Stoffen ausgesandten Gammastrahlen; die Oberflächenwirkung der gleichfalls mit ihnen ausgesandten Alpha- und Betastrahlen wird dadurch ausgeschaltet, daß das radioaktive Salz in

Filter gebracht wird, die die Alpha- und Betastrahlen absorbieren. Die Haltbarkeit dieser Präparate ist außerordentlich groß.

Die sämtlichen genannten Stoffe sind auch in der Radiumschwachtherapie von Bedeutung. Diese will lediglich eine Oberflächenwirkung erzielen; dazu dienen die von allen diesen Stoffen in großen Mengen ausgesandten Alpha- und Betastrahlen. Eine schädliche Tiefenwirkung der mitausgesandten Gammastrahlen wird verhindert, indem nur kleine Mengen des radioaktiven Elements verwendet werden. Die Haltbarkeit der verwendeten radioaktiven Salze ist praktisch unbegrenzt, Radiumemanation und Thorium hat dagegen eine außerordentlich kurze Zerfallszeit. Die vielleicht nicht ganz zutreffende, aber allgemein übliche Bezeichnung Radiumschwachtherapie darf nicht zu der mißverständlichen Auffassung führen, als ob die Einwirkung der Strahlen schwächer wäre; im Gegenteil, sie ist in der Regel eine sehr energische.

Die Stoffe, die der Schwachtherapie dienen, scheiden sich in solche, die innerlich, und solche, die äußerlich angewandt werden.

Unter die innerliche Anwendung fallen Trinkkuren mit radioaktivem Wasser, ferner Inhalationskuren, bei denen die Radiumemanation in Emanatorien gespendet wird, endlich auch Präparate, die geringe Mengen radioaktiver Salze enthalten und innerlich verabreicht werden.

Aeußerlich angewandt werden Bäder mit radioaktivem Wasser, ferner Radiumauflegepräparate, weiter Präparate, bei denen die radioaktiven Stoffe in Lack oder Alkohol eingelagert sind. Endlich werden die radioaktiven Stoffe auch Salben beigegeben.

IV. Die Arten der Radiumsalben

Die Radiumsalben zählen nach dem Vorgesagten zu den Präparaten, die in der Radiumschwachtherapie äußerlich angewandt werden.

An radioaktiven Stoffen enthalten sie entweder

a) Radiumemanation, auch Radon genannt, ein gasförmiger Stoff, der das erste Zerfallsprodukt des Radiums darstellt, oder

b) Thorium X, ein Element der Thoriumgruppe, und zwar das unmittelbare Umwandlungsprodukt des Radiothor, im Gegensatz zur gasförmigen Radiumemanation ein fester Stoff, oder

c) Thorraduran, ebenfalls ein fester Stoff, der die Elemente Thorium und Uran, letzteres als gleichzeitigen Träger des Radiums, im Urzustand enthält, und andere Radiumsalze.

Die Salbengrundlagen sind in der Regel indifferent, z. B. Eucerin oder Lanolin, können aber auch je nach Zweck der Anwendung noch mit weiteren Zusätzen versehen werden, z. B. Vitamin D, Allantoin u. dgl.

Es handelt sich bei den Radiumsalben um ein neueres Mittel, das erst seit nicht langer Zeit verwendet wird, aber auf Grund der gewonnenen Erfahrungen immer größere Bedeutung in der Heilkunde gewinnt.

V. Die biologische Wirkung der Radiumsalben im allgemeinen

Die biologische Wirkung der Radiumsalben gründet sich hauptsächlich auf die von ihren radioaktiven Bestandteilen ausgehenden Strahlen. Es handelt sich um Alpha-, Beta- und Gammastrahlen. Den Hauptteil bilden die Alphastrahlen, nämlich etwa 92—99 %. Der Anteil der Betastrahlen beträgt nur wenige Hundertteile, der der Gammastrahlen ist noch wesentlich geringer. Das Durchdringungsvermögen der Alphastrahlen ist nach dem unter II Dargelegten nur gering; die Betastrahlen dringen etwas tiefer ein, aber nur wenig mehr als die Alphastrahlen; nur die Gammastrahlen haben eine hohe Tiefenwirkung. Bei der mengenmäßigen Beteiligung der Strahlengattungen, bei der die Alphastrahlen außerordentlich überwiegen, kommt dieser Verschiedenheit der Tiefenwirkung praktisch fast keine Bedeutung zu, zumal die gegenüber den Gammastrahlen noch wesentlich stärker beteiligten Betastrahlen eine ähnliche Wirkung wie die Alphastrahlen ausüben. Die Beta- und Gammastrahlen treten demnach auch bei der Beurteilung der biologischen Wirkung der Radiumsalben zurück, vielmehr sind für diese fast ausschließlich die Alphastrahlen maßgebend.

Als Grundsatz gilt, daß nur absorbierte Strahlen biologisch wirksam sind. Die Alphastrahlen werden sämtlich schon in den oberflächlichsten Schichten total absorbiert; denn die Alphateilchen sind ja die größten Geschosse unter den Strahlen und können deshalb in die tieferen Schichten nicht eindringen. Die biologische Wirksamkeit der Radiumsalben ist daher auf die oberflächlichsten Gewebsschichten beschränkt.

Auf der anderen Seite ist dadurch, daß die Alphastrahlen sämtlich schon in den obersten Schichten absorbiert werden, ihr Einfluß besonders ausgiebig. Es erzeugt daher schon eine verhältnismäßig kleine Menge des radioaktiven Stoffes eine hochgradige biologische Wirkung. Der Einfluß der Alphastrahlen geht in dieser Hinsicht erheblich weiter als der der Beta- und besonders

der Gammastrahlen. Soll zum Beispiel in zwei Räumen, von denen der eine mit Alphastrahlen, der andere mit Betastrahlen beschickt wird, die gleiche Energie absorbiert werden, so muß der Raum mit Betastrahlen 1 000 000mal größer sein als der mit Alphastrahlen beschickte, mit anderen Worten, die Energie der Alphastrahlen ist etwa 1 000 000mal größer als die der Betastrahlen. Gegenüber den Gammastrahlen ist der Unterschied noch millionenmal größer.

Beim größeren Teil der Salben (mit Radiumemanation oder Thorium X als Strahlenquelle) ist die Zerfallszeit im Vergleich zu anderen radioaktiven Stoffen sehr kurz. Die Energieabgabe steht im umgekehrten Verhältnis zur Zerfallszeit, infolgedessen ist sie bei solchen Salben besonders groß. Dieselbe Strahlungsenergie läßt sich also hier mit einer wesentlich geringeren Menge des radioaktiven Stoffes erreichen als bei anderen Präparaten. Dadurch wird die biologische Wirkung bei der Mehrzahl der Salben noch einmal gesteigert.

Man versuchte die geringe Tiefenwirkung der Alphastrahlen und damit ihre biologische Wirksamkeit dadurch zu verstärken, daß man den radioaktiven Stoff an eine tiefer in die Haut eindringende Masse band, um mittels dieses Vehikels den Einfluß der Strahlen auch in tiefere Schichten der Haut zu tragen. Der Ausstrahlungsstoff dringt zugleich mit dem Fett, Oel u. dgl., so insbesondere den Salben, an die er gebunden ist, zum Teil in die tieferen Gewebsschichten ein und erzeugt nicht nur auf der Oberfläche, sondern auch tiefer die Alphastrahlung. Infolgedessen erreichen die Radiumsalben eine viel größere Bestrahlungsstärke als fast alle anderen äußerlich anzuwendenden Präparate der Radiumschwachtherapie, zumal bei einem Teil von diesen die Mehrzahl der Alphastrahlen schon im Kompressenstoff absorbiert wird. Auch gegenüber Bädern ist die Wirkung bedeutend stärker: Die stärksten radioaktiven Quellen haben etwa 500—1000 Mache-Einheiten (ME) pro Liter, für ein Vollbad von 200 Litern 100 000 bis 200 000 ME (= 100—200 elektrostatische Einheiten). Dieselbe Menge an elektrostatischen Einheiten (ESE) kann mit der Radiumsalbe schon an einer Fläche von etwa 10 qcm erreicht werden. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß beim Bad nur die unmittelbar den Körper treffenden Alphateilchen wirken, während von der Salbe eine weit größere Menge in den Körper gelangt, wodurch die Salbe viel besser ausgenutzt wird.

Die biologische Wirkung der Alphastrahlen beruht darauf, daß diese im Gewebe Schichten von Ionisationsprozessen machen; sie wirken also diskontinuierlich. Es kommt zu Ausschleuderung von Elektronen; diese treten, nachdem die Alphastrahlen die für den

elementaren Ionisationsakt notwendige Energie abgegeben haben, auf Nachbarmoleküle über. So bleibt von dem getroffenen Molekül ein positiver Atomrest und in seiner Umgebung ein negatives Ion.

Lazarus führt daher die Wirkung der Alphastrahlen auf ihre gewaltige Ionisationskraft und die rasche Ausbreitung der Alphateilchen auf das gewaltige Flächengebiet des dispersen Systems zurück. Unter der Stoßwirkung der Alphateilchen sowie der aus ihnen freigemachten Partikeln sollen die mehr oder minder komplexen Molekularwände, aus denen die lebende Substanz besteht, in verschieden weitgehendem Grade zersetzt werden. Die ins Blut gelangten gasförmigen radioaktiven Substanzen werden rasch durch die Lunge, ferner durch Urin und Galle, in geringerem Maße auch durch Speichel und Darmsaft, ausgeschieden. Lazarus bezeichnet die Wirkung der Alphastrahlen als einen mehr oder weniger oligozellulären Oberflächeneffekt; die Alphastrahlentherapie wirke wie ein atomares Gewitter, das Alphateilchen dringe sogar in den Atomkern ein.

Holthusen, Caspari, Bier und andere halten die bei der örtlichen Bestrahlung frei werdenden Zerfallsprodukte für Stoffe eiweißartiger Natur und vergleichen ihre funktionssteigernde Wirkung auf den Gesamtorganismus mit der Protheinkörpertherapie.

Van den Velden bezeichnet die Alphastrahlentherapie von praktischen Gesichtspunkten aus als eine Reiztherapie besonderer Art, wenn auch die Dynamik noch nicht klar ist und die Reizwirkung kleiner Dosen als eines der umstrittensten Probleme gilt.

Durch die Strahlung werden alle physiologischen und pathologischen Lebensvorgänge in der Weise beeinflußt, daß die Funktion der lebenden Zelle angeregt, geändert oder ganz außer Wirksamkeit gesetzt wird. Der Grad der Beeinflussung ist abhängig von der Größe der einwirkenden Dosis. Er bewegt sich von der gerade merkbaren Funktionsänderung bis zur vollständigen Abtötung der Zelle. Die therapeutische Wirkung der Radiumsalben besteht darin, daß bei lokaler Anwendung das kranke Gewebe zerstört wird und dadurch Neubildung und Heilung eintritt. Ein besonderer Vorteil der Radiumsalben ist, daß der Dosierung ein weiter Spielraum gegeben ist. Auch eine nicht zu weitgehende Ueberdosierung schadet kaum. Schwere Schädigungen, wie sie bei unsachgemäßer Anwendung bei Radium-, Mesothorium- oder Röntgenbestrahlung beobachtet werden, sind hier ausgeschlossen.

Zu der Strahlenwirkung kommt noch — wenn auch stark zurücktretend — der heilende Einfluß der übrigen Bestandteile der Salben, der sich je nach Art der Salbenunterlage verschieden äußert.

VI. Die biologische Wirkung der Radiumsalben im einzelnen

A. Salben mit Radiumemanation

Zuerst (1923) führte Straßburger radiumemanationshaltige Salben in die Therapie ein, indem er Radiumemanation von ihrem Mutterelement trennte und an Salben band. Sein Verfahren bestand darin, daß er radiumemanationshaltiges Wasser in mit flüssiger Vaseline ausgeschwenkte Gläser brachte und dadurch erreichte, daß sich die Fettschicht dann mit dem radioaktiven Gas anreicherte. Diese Methode war sehr ungenau; denn auf diese Weise konnte die Salbe nicht mit einem sicheren und zuverlässigen, exakt dosierbaren Radongehalt hergestellt werden. Erst Happel gelang es einen Apparat zu konstruieren, mit dem es möglich ist, Radiumemanation in jeder gewünschten Menge an Salbe zu binden und sie außerdem gleichmäßig in der Salbe zu verteilen. Nach der sogenannten Vakuummethode wird fast verlustfrei die gewünschte Emanationsmenge in eine der Größe nach abgestimmte Vorlage (Behälter) gesogen, die vordere Oeffnung dann in flüssige Salbe gebracht und endlich nach Oeffnung des Hahnes die Salbe in das noch vorhandene Vakuum gleichfalls eingesaugt und durch längeres Schütteln mit der Radiumemanation gemischt. Erst mit diesem Fortschritt gewannen die Salben ernste Bedeutung für die praktische therapeutische Anwendung.

Die Radiumemanation, auch Radon genannt, ist das erste — gasförmige — Zerfallsprodukt des Radiums. Sie sendet bei der Ausstrahlung 92 % Alphastrahlen, 6 % Betastrahlen und 2 % Gammastrahlen aus. Nach dem unter V Gesagten hat sie demnach infolge der weit überwiegenden Menge der Alphastrahlen eine sehr starke Oberflächenwirkung. Bei der Ausstrahlung bildet sich als Zerfallsprodukt der Emanation ein „aktiver Niederschlag", nämlich Radium A — G, das eine weitere Ausstrahlung erzeugt. Die Zerfallszeit dieser Stoffe beträgt aber nur wenige Minuten, so zum Beispiel bei Radium A nur 3,05, bei Radium B 26,8 und bei Radium C 19,7 Minuten. Da die Radiumemanation im Verhältnis zu ihrer Zerfallszeit nur kürzere Zeit angewendet wird, kann sich ihre Ausstrahlung nur wenig auswirken und daher bei der Beurteilung der biologischen Wirkung der Radiumemanationssalbe außer Betracht gelassen werden.

Die Zerfallszeit ist bei der Radiumemanation verhältnismäßig kurz. Ihre Halbwertszeit, d. i. die Zeit, in der die Zahl der Atome auf die Hälfte des Anfangswertes zerfallen ist, beträgt nur 3,81 Tage. Dadurch ist die Ausstrahlungsenergie bei den Radonsalben sehr groß und ihre biologische Wirkung sehr intensiv. Es sind daher im Vergleich zu vielen anderen Prä-

paraten nur geringe Mengen des radioaktiven Grundstoffes benötigt.

Bei zahlreichen Versuchen, die mit Radon gemacht wurden, konnte bei Pflanzen wiederholt eine Beschleunigung der Keimung und des Wachstums und anderer Lebenserscheinungen unter dem Einfluß von Radiumemanation beobachtet werden, ein Vorgang, der dagegen nicht bei Bakterien, Protozoen und höheren Tieren auftrat, doch erfahren auch hier nach Gudzent bestimmte funktionelle Lebensvorgänge einwandfrei nachweisbare Veränderungen.

Bei Tritonen wurde beobachtet, daß unter Einwirkung von Radiumemanation die Kämme früher entstehen, sich rascher zur vollen Entwicklung ausbilden und länger bestehen bleiben als bei den Kontrolltieren.

Nach den Versuchen mit kleinen Mengen von radioaktiven Stoffen tritt auch im menschlichen Organismus eine Reihe von Aenderungen im Ablauf der Lebensvorgänge ein: der Harnsäurestoffwechsel wird erhöht und die Ausscheidung der Harnsäure erheblich gesteigert, in besonders auffälligem Maße bei der Gicht, wobei auch der erhöhte Blutharnsäurespiegel absinken kann. Die Tätigkeit der innersekretorischen Drüsen erfährt eine sicher beobachtete Anregung, denn der Grundumsatz wird erhöht, die Produktion der Nebennieren wird gesteigert.

Weiter tritt bei Einatmung von Radiumemanation einige Stunden später eine vorübergehende Hyperleukocytose mit Lymphocytenvermehrung auf. Auch eine Vermehrung der Erythrocyten läßt sich bei der Anämie unter dem Einfluß von Radiumemanation nachweisen.

Nach experimentellen Versuchen lassen auch die Kreislauforgane Beeinflussungen erkennen in der vorübergehenden Absenkung des Blutdrucks. Bei erhöhtem Blutdruck kann in vielen Fällen essentieller Hypertonie die Senkung nicht nur schnell vorübergehend, sondern lange anhaltend sein. Aehnliche Beobachtungen wurden auch am Krankenbett gemacht.

Als Zeichen der biologischen Wirksamkeit der Radiumemanationsbehandlung weist Gudzent darauf hin, daß mit ihnen oft eine „Reaktion" bei rheumatischen Leiden oder die Auslösung von Gichtanfällen oder die Steigerung der Diurese, sowie eine Hebung des Allgemeinbefindens verbunden war.

Neben einer lokalen Wirkung haben nach Happel die Radiumemanationssalben auch eine starke Allgemeinwirkung.

Indem mittels der Salbenunterlage die Emanation in die Gewebe eindringt und von da aus vom Blutkreislauf resorbiert wird, überträgt sich ein Teil ihrer Strahlenwirkung auf den gesamten Organismus. Voraussetzung für diese Allgemeinwirkung ist die Permeabilität der Haut für Radiumemanation; diese ist aber mit

Radonsalben einwandfrei bewiesen. Happel konnte wenige Minuten nach Applikation von Radonsalbe die Radiumemanation in der Ausatmungsluft des Patienten nachweisen, ein Zeichen, daß die Emanation in den Kreislauf gelangt und durch die Lunge ausgeschieden worden war. Auch Santholzer und Lang konnten die bereits von Janitzki, Steinke und Wichmann als wahrscheinlich angegebene Permeabilität der Haut für Radiumemanation nachweisen.

Die Dauer, in der sich die Radiumemanation im Kreislauf befindet, beträgt nach Untersuchungen von Fernau und Smereker vier Stunden; dazu kommen noch drei Stunden Abklingungszeit, bis die kurzlebigen Zerfallsprodukte der Emanation (Radium A — G) aufgebraucht sind. Es ist daher mit einer wirksamen Strahlung von sieben Stunden zu rechnen. Nach Ansicht von Tschelnitz darf bei Radonsalben eine noch längere Einwirkungszeit als bei Trinkkuren, die bei seinen Versuchen zum Vergleich herangezogen wurden und bei denen von Stefan Meyer die Verweildauer der Radons im Körper mit zwei bis drei Stunden festgestellt wurde, angenommen werden. Durch die längere Dauer des Verweilens wird die Allgemeinwirkung auf den Organismus erheblich erhöht.

Ein großer Vorteil der Radiumemanation ist, daß sie keine besondere Organotropie hat, insbesondere nicht zu den blutbildenden Organen wie etwa die radioaktiven Salze. Außerdem wird sie viel schneller als diese aus dem Organismus, besonders durch die Ausatmungsluft, aber auch im Urin, ausgeschieden. Während daher schon ½ Milligramm Radium, in den Organismus aufgenommen, durch seine Verankerung im Körper, namentlich im Knochenmark, tödlich wirken kann, hat die in den Kreislauf übergegangene Radiumemanation keine ernstliche Schädigung zur Folge, was für die Dosierung von besonderer Wichtigkeit ist.

Unter dem Einfluß von Radonsalbe kann es bei höherer Dosierung auch zu einem Erythem der Haut kommen. Daran wirken zweifellos die durch die Alphastrahlen hervorgerufenen Ionisationsvorgänge und gewisse Prozesse mit, die aus der massenhaften Einwirkung der Alphapartikel auf Eiweißmoleküle des getroffenen Gewebes zurückzuführen sind. Im einzelnen aber ist dieser spezifische Hauteffekt in der Wissenschaft noch nicht restlos geklärt. Nach Ansicht von Tschelnitz läßt er sich aus den energetischen Verhältnissen allein nicht ableiten, zu seiner Erklärung müsse auch der besondere kinetische Zustand herangezogen werden, in den die von den Alphateilchen getroffenen Eiweißmoleküle des Gewebes versetzt werden.

Die Salbenunterlage ist indifferent, z. B. Vaselin. Außer der allgemeinen Heilwirkung kommt ihr daher eine spezifische Wirkung nicht zu.

B. Salben mit Thorium X

Ebenso wie die Radiumemanation läßt sich Thorium X leicht mit Wasser oder einem anderen festen Stoff binden. Diese Eigenschaft führte zur Herstellung der Thorium X-Salben. Erstmals wurden sie schon 1913 durch O. Naegeli und M. Jeßner in Bern in die Therapie der Hautkrankheiten eingeführt.

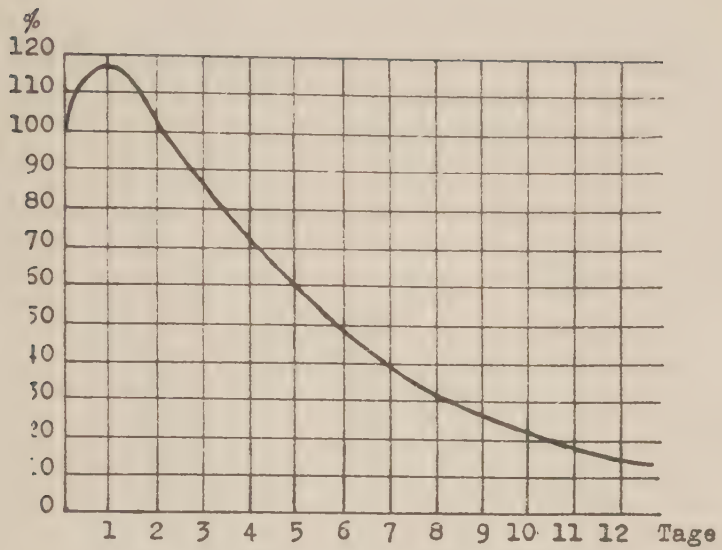
Thorium X, ein Element der Thoriumgruppe, ist ein unmittelbares Umwandlungsprodukt des Radiothor und im Gegensatz zur gasförmigen Radiumemanation ein fester radioaktiver Stoff. Beim Zerfall verwandelt es sich in die gasförmige Thoriumemanation; diese wiederum bildet bei ihrem Zerfall als „aktiven Niederschlag" das Thorium A, B und C.

Thorium X sendet mit seinen Zerfallsprodukten ähnlich wie die Radiumemanation ganz überwiegend Alphastrahlen aus, nur daß deren Anteil an der Gesamtstrahlung noch übertroffen wird. 99% der Gesamtstrahlung sind Alphastrahlen. Ihnen gegenüber spielen die mitausgesandten Beta- und Gammastrahlen mit einem Anteil von zusammen etwa 1% keine Rolle. Die Thorium X-Salbe entfaltet daher eine sehr intensive Alphastrahlung und damit eine außerordentlich starke Wirkung auf die oberflächlichen Gewebsschichten.

Die Zerfallszeit des Thorium X ist der der Radiumemanation sehr ähnlich, also verhältnismäßig kurz. Seine Halbwertszeit beziffert sich auf 3,64 Tage. Infolgedessen wird seine biologische Wirksamkeit noch einmal gesteigert und ist sehr intensiv; wie beim Radon werden daher auch nur geringe Mengen des radioaktiven Grundstoffes erforderlich.

Von Wichtigkeit für die therapeutische Verwendung ist nun folgende Tatsache: Bei einem frisch bereiteten Thorium X-Präparat steigt die Aktivität der Alphastrahlung während des ersten Tages um etwa ein Fünftel an, da es sich zunächst noch nicht im radioaktiven Gleichgewicht mit seinen Zerfallsprodukten befindet; am Ende des zweiten Tages ist der Anfangswert wieder erreicht; dann nimmt allmählich die Aktivität nach dem Maßstab der Halbwertszeit von 3,64 Tagen ab, der Verlauf im einzelnen ist in der nachstehenden Kurve dargestellt.

Darnach steigt beispielsweise die Aktivität eines frischen Präparates von 1000 ESE zunächst auf etwa 1190 ESE, fällt nach 2 Tagen auf den Anfangswert, nach weiteren 3,64 Tagen, also nach insgesamt 5,64 Tagen auf die Hälfte (500 ESE) und nach wieder weiteren 3,64 Tagen, also nach insgesamt 9,28 Tagen, auf 250 ESE usw., es hat also fast 6 Tage nach der Herstellung noch die Hälfte seiner Wirkung.



Verlauf der Alphastrahlung von Thorium X.

Zu einer allgemeinen Wirkung auf den Organismus auf dem Wege über den Kreislauf, wie sie die Radiumemanation ausübt, kommt es bei der Anwendung von Thorium X-Salben kaum. Denn die Emanation, in die sich das Thorium X beim Zerfall verwandelt, hat nur eine außerordentlich kurze Lebensdauer, ihre Halbwertszeit beträgt nur 54,5 Sekunden. Ihre Zerfallsprodukte Thorium A, B und C haben eine Halbwertszeit von 0,14 Sekunden, 10,6 Stunden und 60,8 Minuten. Unter diesen Verhältnissen ist nicht damit zu rechnen, daß die Zerfallsprodukte des Thorium X in solchem Umfang und so lange in den Kreislauf gelangen, daß sie eine nennenswerte biologische Wirkung haben können. Auf der anderen Seite bilden aber auch die Zerfallsprodukte des Thorium X, trotzdem sie an sich die Neigung haben sich im Organismus, besonders in den Blutbildungsstätten, festzusetzen, wegen ihrer außerordentlich kurzen Lebensdauer keine Gefahr der Verankerung im Organismus.

Wenige Tage nach der Bestrahlung tritt im allgemeinen ein Erythem der Haut auf, das sich meist in wenigen Tagen wieder zurückbildet. Bei sehr empfindlicher Haut und hoher Dosierung kann es sogar zu heftiger Entzündung kommen, selten aber bis zur Blasenbildung oder gar zu einer tiefergreifenden Schädigung der Haut. Auch an behaarten Stellen kann die Salbe unbedenklich angewandt werden, da die Wirkung nicht bis zu den Haarwurzeln reicht. Häufig tritt auch an den bestrahlten Stellen in Anschluß an das Erythem eine oberflächliche schwach hell-

braune Pigmentierung auf, eine Erscheinung, die bei der Radiumemanation nicht beobachtet wurde. Diese Pigmentierung verschwindet aber meist im Verlauf einiger (1—2) Wochen wieder von selbst. Aus kosmetischen Gründen kann der Farbunterschied mittels Höhensonne ausgeglichen werden.

Als Salbenunterlage werden regelmäßig Eucerin und Lanolin, also ebenso wie bei Radiumemanationssalben indifferente Salben, verwendet.

Eine andere Methode der Thorium X-Behandlung hat Lazarus angegeben, er nennt sie „flüssige Lichtbehandlung". Er bestreicht dabei große Hautflächen mit hochkonzentrierter Thorium X-Salbe oder Thorium X-Lösungen; dabei nimmt er eine Konzentration von 1000 bis 2000 ESE pro Kubikzentimeter Salbe .Es entsteht ein starkes scharlachähnliches Exanthem der Haut. Lazarus bezweckt damit eine „aktinische Erweckung der Haut", der er eine große immunisatorische Rolle, auf die auch schon Besredka hingewiesen hat, zuschreibt. Die sich entwickelnde Thoriumemanation dringt durch die Poren in die tieferliegenden Hautschichten und reichert sich nach seiner Ansicht in den Hautlipoiden an. Thorium X beeinflußt die sehr lichtempfindlichen Kapillarendothelien des Papillarkörpers, die Basalzellen der Keimschicht sowie die besonderen Sauerstoffapparate (Unna) der Haut, der retikuloendothelialen Zellen (Fibroblasten und Plasmazellen), ferner die sensiblen Nervenendapparate (Hautsympathikus). Dieser Einwirkung auf den Nervenendapparat kann, so sagt Lazarus, das Auftreten der bei der Alphastrahlenbehandlung sehr kräftigen Lichtentzündung zugeschrieben werden. Mikroskopisch sieht man eine starke Erweiterung der kutanen Blut- und Lymphkapillaren, Rundzelleninfiltration und eine seröse Durchtränkung des Gewebes (Oedem der Epidermis und Cutis). Doch kann auch die Bildung von abnormen Zerfallsprodukten die Hautentzündung verursachen. Bei zu starker Konzentration kann es zu Blasenbildung und sogar zur Entstehung von Oberflächengeschwüren kommen. Durch diese bei den Alphastrahlen hervorgerufene starke Hyperämie erzielte Lazarus nicht nur bei Dermatosen (Psoriasis, Ekzem, hartnäckigem Pruritus) Erfolge, sondern auch dort, wo es auf eine Umstimmung des Organismus ankommt, z. B. Lungen- und Knochentuberkulose. Ein Vorzug dieser Methode ist es, daß sie sich leicht auch bei schwerkranken Bettlägerigen durchführen läßt.

C. Salben mit Thorraduran

Thorraduran ist ein fester Stoff, der sich leicht mit anderen Stoffen verbindet. Man kam daher schon frühzeitig dazu ihnen

Salben zu binden. Thorraduransalben sind schon seit 1912 ausgeprobt und im Gebrauch.

Thorraduran besteht aus den Elementen Thorium und Uran, letzterem gleichzeitig als Träger des Radiums. Der maßgebende Bestandteil ist Uraninit (Uranpecherz), außerdem schließt es Mesothorium in Form von Thorit, ferner Euxenit in sich. Im Gegensatz zur Radiumemanation und zum Thorium X enthält es aber die radioaktiven Bestandteile im Urzustand. Es vereinigt somit in sich auch die Emanationen aller radioaktiven Gruppen und ihre Zerfallsprodukte.

Demnach beruht die Funktion des Thorraduran auf derselben Grundlage wie die der Radiumemanation und des Thorium X. Es sendet wie diese in der Hauptsache Alphastrahlen aus, die etwa 90 % der Gesamtstrahlung ausmachen. Auch hier tritt die Bedeutung der Beta- und Gammastrahlen wegen ihrer geringen Beteiligung zurück. Die biologische Wirkung ist demnach grundsätzlich dieselbe wie bei Radiumemanation und Thorium X.

Nur in einem Punkt besteht eine sehr stark ins Gewicht fallende Verschiedenheit: Während die Halbwertszeit der Radiumemanation 3,81 Tage, die des Thorium X 3,64 Tage beträgt, zerfällt das im Thorraduran ausstrahlende Radium erst in 1590 Jahren zur Hälfte, man kann daher sagen, es hat eine unbegrenzte Haltbarkeit. Sehr langlebige Elemente haben aber auch nur eine schwache Strahlung. Wollte man eine gleich intensive Strahlung wie bei den beiden anderen Salbenarten herbeiführen, so müßte eine weit größere Menge radioaktiven Erzes in der Salbe vorhanden sein. 1 Gramm der einfachen Thorraduransalbe enthält nur $^1/_{8000}$ Mikrogramm, die gleichfalls angewandte starke Salbe nur $^1/_{1000}$ Mikrogramm Radium, sie kann daher nur eine verhältnismäßig geringe Strahlungsenergie entfalten. Demgegenüber ist die Energie der Radiumemanationssalbe, die von einem bis mehreren Milligramm Radiumelement — allerdings von unbegrenzter Haltbarkeit — hergestellt wird, ungleich größer. Um eine einigermaßen vergleichbare Strahlenwirkung wie bei den anderen Arten der radioaktiven Salben zu erzielen, müßte daher beim Thorraduran die Intensität der Behandlung durch längere Dauer ersetzt werden, zum mindesten da, wo es äußerlich angewandt wird.

Auf Grund von Versuchen, die Acqua und Stocklasa bei Pflanzen gemacht haben, und nach weiteren Versuchen von Zwaardemaker bei Kaltblütern vertritt Reuen die Meinung, daß die Strahlen in schwachen Dosen sich als physiologische Reizmittel erweisen, die fähig sind die Funktion der Zelle zu beleben. Insbesondere werde auf die Kleinarbeit der Fermenttätigkeit durch

die Emanation des Thorradurans ein intensiver Einfluß ausgeübt. Charakteristisch sei auch, daß bei der Aufnahme kleiner Emanationsmengen relativ mehr vom Blut aufgenommen werde als bei sehr großen Dosen. Im übrigen werde bei der ständigen Tätigkeit des radioaktiven Stoffes auch die Salbe selbst mit der sich bildenden Emanation angereichert und dadurch eine größere Wirksamkeit erreicht.

Eine gewisse Allgemeinwirkung auf den Organismus wird auch der Thorraduransalbe nicht abzusprechen sein, da die Salbenunterlage als Transportmittel die Emanation auch in die tieferliegenden Gewebe trägt; doch wird der Grad bei der geringen Intensität der Strahlung den der Radiumemanation bei weitem nicht erreichen. Anderseits wird auch, selbst bei länger dauernder Anwendung, eine Wirkung der Beta- und Gammastrahlen bei deren geringer Beteiligung kaum eintreten. Auch eine Festsetzung der Salze in gewissen Teilen des Organismus ist bei der äußeren Anwendung der Salbe kaum zu befürchten.

Alles in allem wird auch mit der Thorraduransalbe in der Hauptsache eine die Zellen anregende Oberflächenwirkung, wenn auch vielleicht von geringerer Intensität, ohne Schädigung des Organismus herbeigeführt. Jedenfalls werden im Schrifttum eine Reihe von Fällen angeführt, die mit der Thorraduransalbe erfolgreich behandelt worden sind. Teile des radioaktiven Stoffes und seine Zerfallsprodukte werden, soweit sie überhaupt in die Gewebe eindringen, in der Hauptsache wieder rasch ausgeschieden.

Möglich ist, daß die weiteren Bestandteile des radioaktiven Erzes Thorit und Euxenit die Wirkung der Thorraduransalbe erhöhen, doch sind darüber noch keine näheren Feststellungen gemacht worden.

Als Salbenunterlage wird ein indifferenter Stoff benutzt. Es werden aber auch zur Unterstützung der Wirkung andere Zusätze, wie Vitamin D oder Allantoin beigefügt.

Außer der Thorraduransalbe gibt es auch noch verschiedene Salben, die in ähnlicher Weise langlebige radioaktive Salze unmittelbar enthalten. Ihre Wirkungen sind demgemäß ungefähr die gleichen. Sie bedürfen deshalb keiner besonderen Betrachtung.

VII. Anwendungsweise und Dosierung

Die Anwendungsweise ist bei Radiumemanationssalbe und Thorium X-Salbe die gleiche. Die Salbe wird etwa messerrückendick aufgetragen. Darüber ist ein möglichst luftdichter Verband anzulegen, um ein Entweichen der Emanation zu

vermeiden: dies wird am besten durch Abdecken mit Billrothbattist, Guttaperchapapier oder einem anderen undurchlässigen Stoff, z. B. Metallfolien, erreicht; die Ränder werden mit Pflaster dicht abgeschlossen. Die Thorium X-Salbe wird nach dem Auftragen noch leicht eingerieben, während dieses Vorgehen bei der Radiumemanationssalbe unstatthaft ist, da sonst zu viel von der gasförmigen Emanation entweichen würde.

Da Thorraduransalbe eine große Haltbarkeit hat, ist auch die Anwendungsweise insofern einfacher, als man keine Vorkehrungen zu treffen braucht, um Verluste zu vermeiden. Die Salbe wird öfter am Tage, mindestens zweimal, sanft einmassiert. Bei Wunden und Eiterungen wird die Salbe als Pflaster aufgelegt und kann 1—5 Tage liegen bleiben; dazu wird die Salbe dick auf ein Leinenfleckchen aufgetragen und mit einem zweiten unbestrichenen Leinenfleck bedeckt; dieses Pflaster wird dann mit Binden oder dergleichen über der betreffenden Stelle befestigt.

Der Begriff der Dosis ist bei der Strahlentherapie ganz anders zu beurteilen als bei Chemikalien; denn bei ihr kommt vor allem der Zeitfaktor hinzu. Dosis bedeutet bei der Strahlung Intensität mal Zeit, geteilt durch die Durchdringungsfähigkeit. Ist zum Beispiel die Dauer der Einwirkung 1000 mal so lange, so ist für die gleiche Dosis nur der tausendste Teil der Intensität nötig; beträgt anderseits die Durchdringungsfähigkeit nur ein Tausendstel der Vergleichsstrahlung, so kann das Produkt Intensität mal Zeit auf den tausendsten Teil herabgesetzt werden. Die Intensität der Strahlung hängt aber nicht nur von der Menge des verwendeten radioaktiven Stoffes, sondern auch von der Zerfallszeit, mit anderen Worten von der Halbwertszeit ab. Je schneller der Zerfall radioaktiver Stoffe ist, desto größer ist die Intensität der Strahlung und umgekehrt. Daraus ergibt sich, daß von einem schnell zerfallenden Stoff eine viel geringere Menge nötig ist als von einem langlebigen, um dieselbe Intensität der Strahlung zu erreichen. Auf der anderen Seite kann ein sehr langlebiger Stoff, wenn es möglich ist ihn sehr lange einwirken zu lassen, ebenfalls im Lauf der Zeit einen weitgreifenden Einfluß gewinnen, da er im Laufe der Jahre eine ungeheuere Strahlendosis abgibt.

Bei der Radiumemanation und dem Thorium X handelt es sich um kurzlebige radioaktive Stoffe. Ihre Strahlenwirkung ist daher eine sehr intensive, man braucht deshalb auch nur eine verhältnismäßig kleine Menge. Thorraduran dagegen hat eine lange Lebensdauer, daher eine verhältnismäßig geringe Strahlungsintensität; die Menge des radioaktiven Stoffes, der der Salbe beigemischt wird, ist naturgemäß begrenzt, dagegen ist eine längere Anwendung möglich.

Im einzelnen ist bei der Radiumemanations- und der Thorium X-Salbe in der Dosierung ein weiter Spielraum gegeben. Ihre Höhe muß sich nach dem Einzelfall richten. Je oberflächlicher die Erkrankung sitzt, desto kleiner ist die benötigte Strahlenenergie; außerdem kommt es auch auf die Art der Erkrankung an. Bestrahlt wird im allgemeinen 8—48, meist 24 Stunden mit einer Dosis von 50 bis 100 oder bis 1000 ESE. Bei Thorraduran ist eine engere Begrenzung der Dosierung gegeben, zumal die Salben nur mit zwei Wirkungsgraden, von denen der eine achtmal größer ist als der andere, hergestellt wird, dafür aber ist eine längere Einwirkung möglich.

Ein Vorzug aller Radiumsalben ist, daß nach ihrer Herstellungsweise die Dosierung bei sachgemäßer Anwendung genau in dem gewünschten Umfang verabreicht werden kann.

Die Radiumemanationssalbe kann schon nach einer mehrtägigen Unterbrechung eine Zeitlang wiederholt angewendet werden. Bei der Thorium X-Salbe dagegen ist es ratsam bei einer zweiten Kur eine Pause von etwa einem Monat einzuschalten. Die Thorradransalbe kann nach Vorstehendem schon bei der ersten Behandlung länger, bei einer Wiederholung natürlich auch nur bis zu einer gewissen Zeitdauer appliziert werden.

VIII. Indikation und praktische Erfahrungen

Nach vielen wissenschaftlichen Vorarbeiten und entsprechenden praktischen Versuchen erstrecken sich nach dem heutigen Stand der Radiumschwachtherapie die mit der Behandlung mit Radiumsalben gemachten Erfahrungen hauptsächlich auf folgende Indikationsgebiete:

1. Hautkrankheiten, wie Psoriasis, chronische und subakute Ekzeme, Lichen ruber, pruriginöse Erkrankungen der Haut, Neurodermatitis, Lupus vulgaris, Lupus erythematodes, Lichen simplex Vidal, Pruritus, Furunkel und Karbunkel,

2. schlecht heilende Wunden, wie Ulcus cruris varicosum, Fisteln, Decubitus,

3. artifizielle Schäden, nämlich Röntgen- und andere Strahlenschäden der Haut, Brandwunden,

4. entzündliche Prozesse, wie Tendovaginitis, Epikondylitis, Bursitis,

5. rheumalgische Erkrankungen (Neuralgien, Neuritiden, Myalgien, Arthritis, Gicht, Ischias),

6. konstitutionell bedingte Veränderungen wie Naevi, Hämangiome, Sklerodermie, Kelloide, flache Epitheliome.

Erfahrungen liegen für alle drei vorstehend behandelten und für ähnliche Salbenarten vor, die meisten allerdings für die Radiumemanations- und die Thorium X-Salbe.

Im einzelnen ergab sich:

1. Auf dem ausgedehnten Gebiet der Hautkrankheiten wurden in der Hauptsache solche Fälle behandelt, bei denen es sich um oberflächliche, umschriebene Hautveränderungen oder ganz dicht nebeneinanderliegende Einzeleffloreszenzen handelte, so insbesondere eine große Anzahl von Fällen mit konstitutionellen Hautkrankheiten.

Langer nennt als Indikationsgebiet für die Behandlung mit Radiumemanationssalben Psoriasis, Lichen ruber, das große Gebiet der chronischen und subchronischen Ekzeme, desgleichen die pruriginösen Erkrankungen der Haut. Die verlässigsten Erfolge erzielte er dabei bei einer Aktivität der Salbe von 100 bis 200 ESE pro Kubikzentimeter Salbe, wobei er es nicht bis zur Erregung einer Dermatitis kommen ließ. Für die zweckmäßigste Bestrahlungsdauer hält er ein- bis zweimal 24 Stunden. Er empfiehlt außerdem eine Nachbehandlung mit indifferenter Salbe. Nach 4 bis 5 Tagen erachtet er eine Wiederholung der Behandlung für günstig. Im ganzen habe sich eine fünf- bis achtmalige Wiederholung in vorstehendem Turnus als notwendig erwiesen. Bei dieser Behandlungsweise erzielte er in zahlreichen Fällen eine rasche Heilung, zum mindesten eine wesentliche Besserung, und zwar immer bei Krankheiten, die sonst große therapeutische Schwierigkeiten machten. Schädigungen hat er bei dieser Anwendungsweise nie gesehen; nur in zwei Fällen von chronisch hyperkeratotischem Ekzem kam es nach dem vierten, bzw. späteren Auflegen der Salbe zu einer kurz dauernden Blasenbildung, die in ein bis zwei Tagen wieder verschwand und sich bei Neuanwendung nicht mehr zeigte. Größere Schädigungen oder subjektiv besonders auffallende Reizerscheinungen hat er nie beobachtet. Auch Happel machte zahlreiche Versuche mit Radonsalbe. An Hautkrankheiten hat er Ekzem, Psoriasis, Neurodermatitis, Lupus vulgaris, Lichen ruber, Lichen simplex Vidal behandelt. Wenn auch nicht in allen Fällen völlige Heilung eintrat, so wurden doch bessere Erfolge als mit den übrigen strahlentherapeutischen Maßnahmen erzielt. Happel verwendet eine Dosierung von 50 bis 100 ESE und läßt die Salbe bei ambulanten Kranken zehn bis zwölf Stunden in der Nacht, bei klinischen Patienten bis zu 24 Stunden liegen. Höhere Dosierung hat er zu therapeutischen Zwecken nie verwendet.

Die Erfahrungen von van den Velden decken sich mit den Beobachtungen von Happel.

Auch eine neue Veröffentlichung von Brünauer bestätigt die guten Erfolge bei ekzematösen Hautveränderungen, Psoriasis, Lichen ruber planus, Lichen chronicus Vidal, Pruritus und anderen Dermatosen. Brünauer verwendet auch eine Radonsalbe mit einer Aktivität von 100 ESE. Während Happel die Verbände meist nur nachts liegen ließ, konnte Brünauer eine wesentlich günstigere Wirkung beobachten, wenn die Salbenauflagen bis zu zwei oder sogar drei Tagen belassen wurden. Nach einem Intervall von einem bis zwei Tagen wurde bis zu 15 mal die Radonsalbenauflage wiederholt, in der Zwischenzeit wurde mit indifferenter Salbe behandelt. Bei einer beträchtlichen Anzahl von so behandelten Kranken erzielte Brünauer in einem hohen Prozentsatz Heilung oder weitgehende Besserung.

Die gleichen Hautkrankheiten wurden auch mit Thorium X-Salbe erfolgreich behandelt. Eine günstige Wirkung wurde dabei auch bei Psoriasis erzielt, so von Jeßner, der ja Thorium X auch in die Therapie der Hautkrankheiten eingeführt hat, Lomholt, Ferrari, Linser, Landt, Leipold, Preis u.a. Bemerkenswert sind dabei die Beobachtungen Landts, der feststellte, daß die besten Erfolge erreicht werden, wenn man die Behandlung mit Thorium X mit Sonnenbestrahlung kombiniert; wo dies nicht möglich sei, könne man als — allerdings nicht gleichwertigen — Ersatz auch Höhensonne verwenden. Die dabei auftretende Pigmentierung hält er für den Heilungsprozeß für erforderlich. Bei über 50 behandelten Fällen war der Erfolg mit kombinierter Thorium X-Lichtbehandlung bedeutend zufriedenstellender als mit Thorium X allein. In der Dosierung mahnt er zur Vorsicht; mehr als 1000 ESE pro Kubikzentimeter solle man nie verwenden, um Hautschäden durch zu starke Bestrahlung hintanzuhalten. Die Heilerfolge bei Psoriasis waren außerordentlich gut, doch ließen sich Recidive nie ganz vermeiden, wenn sie auch allgemein schwächer auftraten.

Günstiges hat Tachau bei Neurodermatitis, besonders an den klassischen Herden in den Gelenkbeugen, unter der Behandlung mit Thorium X gesehen; auch an den disseminierten Herden am Stamm, die oft recht therapieresistent sind, zieht er Thorium X der Behandlung mit Röntgenstrahlen vor.

Die gleichen Erfahrungen wurden auch anderwärts gemacht. Die Dosierung solle man nicht zu hoch wählen, 1000 ESE pro Gramm Salbe solle man nicht überschreiten, die man dann in der Regel 48 Stunden einwirken lasse.

Auch Unquentum Thorraduran wird für Hautkrankheiten aller Art verwendet, und zwar im Wechsel mit anderen spezifischen Mitteln. Wenn auch wenig darüber veröffentlicht worden ist, so lehrt doch die praktische Erfahrung, daß auch damit gute Erfolge zu

erzielen sind, wenn natürlich auch die Bestrahlungsdosis bedeutend geringer ist als bei den Radon- und Thorium X-Salben.

Hervorragend ist die Wirkung der Radiumsalben bei örtlichem und universellem Pruritus. So berichtet Langlois von den „eklatantesten Erfolgen" mit Radonsalben bei pruriginösen Dermatosen jeden Alters. Auch Langer stellte fest, daß das sehr baldige Nachlassen des vorhandenen Juckreizes nach der zweiten bis dritten Applikation besonders auffallend sei. Vonkennel bezeichnet die Erfolge bei Pruritus vulvae als gut. Bei Pruritus universalis kann man natürlich bei der Ausdehnung der zu bestreichenden Körperpartien eine genügende Abdichtung der Salbe nicht vornehmen, man muß hier längere Zeit mit schwachdosierter Radiumsalbe täglich einfetten, dann aber ist die erreichte Wirkung erfolgreich.

Bei Furunkeln und Karbunkeln konnte Happel mit Radonsalben um so sichere Erfolge erzielen, je früher er die Salbenbehandlung begann. Langlois konnte diese Erfolge nicht bestätigen, er glaubt vielleicht nicht den günstigsten Zeitpunkt herausgefunden zu haben.

2. Auch bei schlecht heilenden Wunden wurden teilweise recht erfreuliche Ergebnisse erzielt.

So konnte Delmes bei Ulcus cruris varicosum bei täglicher Behandlung mit einer sechs Mikrogramm Radiumsalz enthaltenden Salbe in 14 Tagen Heilung beobachten. Engel behandelte systematisch alle Fälle von Ulcus cruris mit Radonsalbe; es hat sich dabei gezeigt, daß sogar tiefe und ausgedehnte Ulcera nach viermal 24stündiger Salbenauflage ausgezeichnete Heilungstendenz aufwiesen und bald überhäutet wurden.

Bei Fisteln wird empfohlen die radioaktive Salbe mittels Rekordspritze mit starker Kanüle in die Fistelöffnung einzuspritzen und diese nach Möglichkeit mit einem Pflasterverband luftdicht abzuschließen. Bei dieser Art der Behandlung bezeichnet Happel die Erfolge als günstig. Schloß behandelte Fistelbildung teils tuberkulösen, teils osteomyelitischen Ursprungs und erreichte in der Mehrzahl der Fälle Heilung.

Auch bei Decubitus wurde bei Anwendung von Radiumemanationssalbe öfter Günstiges gesehen.

Happel nimmt an, daß bei der günstigen Reaktion dieser Krankheiten auf Radonsalbentherapie eine Wirkung der Strahlen auf die bakterielle Infektion eine wesentliche Rolle spielt.

3. Ganz besonders hervorgehoben zu werden verdienen die Erfolge, die bei Anwendung von Radon- und Thorium X-Salbe bei Röntgen- und anderen Strahlenschäden der Haut erzielt wurden.

Es ist das Verdienst Uhlmanns diese Methode eingeführt und ausgearbeitet zu haben. Aus zahlreichen Versuchen ergab sich als

Optimum, daß in 1 Gramm Radonsalbe 50 bis 100 ESE Radon inkorporiert sind. Die vorteilhafteste Bestrahlungszeit beträgt 8 Stunden; der Patient nimmt den Verband selbst ab. Diese Behandlung wird in wöchentlichen Abständen wiederholt. Uhlmann erreichte durch verhältnismäßig wenige Salbenapplikationen obiger Dosierung bei einer großen Anzahl leichterer und schwererer Fälle Heilung. Es handelte sich bei seinen Versuchen ausschließlich um durch Röntgenstrahlen verursachte Hautschäden, deren Beginn auf viele Jahre zurücklag und die mit anderen Methoden, z. B. Finsenlicht, ohne Erfolg behandelt worden waren. Bemerkenswert ist, daß die starken Schmerzen sehr bald nachließen. Die Ulcerationen gingen ebenfalls bald zurück, auch die übrigen Erscheinungen wie Teleangiektasien oder Induration besserten sich. Heilung trat meist in verhältnismäßig kurzer Zeit ein. Mit Thorium X dagegen konnte er nur in leichtesten Fällen Erfolge feststellen, sonst habe es nichts genützt. Fabry empfiehlt im Gegensatz dazu auf Grund seiner Erfahrungen für Behandlung von Strahlenschäden der Haut Thorium X-Salbe allein, und zwar in einer Konzentration von 1500 bis 2000 ESE pro Gramm Salbe bei einer Bestrahlungsdauer von 2 bis 3 Tagen, oder auch Thorium X-Behandlung in Kombination mit Radium. An einer Reihe von Untersuchungen konnten Schloß und Happel die günstigen Ergebnisse Uhlmanns bestätigen.

Bei Brandwunden und anderen Wunden wurde Thorraduransalbe mit Erfolg angewendet, bei der besonders die schmerzstillende Wirkung hervorgehoben wurde.

4. Bei einer Reihe von entzündlichen Erkrankungen erwies sich die Behandlung mit Radonsalbe als günstig.

So wandte Engel bei einer größeren Anzahl derartiger Krankheitsfälle regelmäßig Radiumemanationssalben an, so bei akuter und chronischer Arthritis, Tendovaginitis, Epicondylitis, Bursitis, Mysitis und rheumatischer Fersenbeinentzündung. Besonders war die Behandlung bei akuten Entzündungen von Erfolg gekrönt, und zwar bei Verwendung einer Salbe von 100 bis 300 ESE pro Kubikzentimeter und bei einer Bestrahlungsdauer von 24 bis 36 Stunden. Weniger gut waren die Erfolge bei chronischer Epicondylitis trotz häufiger Anwendung und höherer Konzentration der Salbe; bei einigen solcher Fälle blieb sogar jegliche Besserung aus. Mit Zuverlässigkeit hat sich jedoch bei allen behandelten Fällen die analgetische Wirkung gezeigt, was von den Patienten als besonders angenehm empfunden wurde.

Happel konnte Radonsalbe bei Epicondylitis erfolgreich verwenden, wo die übliche Therapie mit Ausnahme der chirurgischen versagte.

Auch Schloß erreichte mit Radiumemanationssalbe bei Bursitis,

Epicondylitis und ähnlichen Erkrankungen völlige Freiheit von Beschwerden oder wenigstens wesentliche Besserung.

5. Bei rheumalgischen Erkrankungen hat sich die Behandlung mit Radiumsalben bei ihrer Erprobung als besonders dankbar erwiesen.

Die ersten Versuche auf diesem Gebiete machte Straßburger, der Neuralgien und Neuritiden erfolgreich behandelte. Es kommen natürlich nur Erkrankungen in Frage, bei denen die betreffenden Nerven dicht unter der Haut liegen; es eignen sich also zur Behandlung Neuralgien im Bereich des Plexus bracchialis, des Nervus trigeminus, des Nervus occipitalis und der Intercostalnerven (Herpes zoster).

Happel berichtet, daß bis zu 15 Verbände zur Behandlung obiger Krankheiten notwendig waren, nur in ein Viertel der Fälle seien Recidive aufgetreten, die teilweise nicht mehr sehr heftig waren.

Van den Velden hält bei solchen rheumalgischen Erkrankungen, bei denen nur lokalisierte Erscheinungen behandelt werden müssen, die Radonsalbentherapie der inneren Emanationstherapie und der Radium-Badetherapie überlegen, zumal hier auch noch eine Allgemeinwirkung durch Resorption der Emanation ins Blut ausgelöst werde. Er konnte sich bei seinen therapeutischen Versuchen von einer ausgesprochenen günstigen Einwirkung, besonders bei älteren Fällen, überzeugen, so bei Ischias, Intercostalneuralgien u. dgl.

Preger verwendete Unquentum Thorraduran bei Neuralgien und Myalgien neben der medikomechanischen Behandlung und führte die dabei erzielten Erfolge auf die Steigerung der Abwehrkräfte durch die in der Salbe enthaltenen radioaktiven Stoffe zurück. Intercostalneuralgien, Neuritiden u. dgl. seien teilweise völlig abgeheilt.

Tiemann und Garmsen verwenden bei rheumatischen Erkrankungen und Arthritiden aller Art Radiumemanation in Form von Bädern, Trinkkuren und Inhalationen, was immerhin auch Schlüsse auf die Verwendung radioaktiver Stoffe in Salben zuläßt.

Schloß bezeichnet die Wirkung der Radonsalbe bei Neuralgien und Neuritiden als befriedigend.

6. Ein weiteres Indikationsgebiet, auf das sich die Erfahrungen stützen, ist das der konstitutionellen Erkrankungen, wie Naevi und oberflächliche Neubildungen der Haut.

An der Bonner Hautklinik hat Aretz zahlreiche Versuche mit Thorium X gemacht: Oberflächliche Naevi ließen sich gut behandeln, wenn auch nicht immer ein völliges Abblassen der Mäler erreicht wurde. Aretz kommt zu dem Schluß, daß man sich vor zu langer und zu intensiver Behandlung hüten solle, da es dabei zu Schädigungen in Form von Teleangiektasien kommen könne. Bei

kavernösen Mälern sei die Behandlung mit Radiumstarkbestrahlung vorzuziehen, da diese schneller und besser zum Ziel führe. Naevi flammei werden nach Spiethoff besser mit Grenzstrahlen behandelt, wenn auch die Therapie mit Thorium X viele Anhänger gefunden habe; vor allem bei Kindern sei die Thorium X-Therapie vorzuziehen, da diese keine Ansprüche an die Geduld stelle. Langer berichtet von guten Ergebnissen mit Radonsalbe bei Naevi flammei und Kelloiden; er hält 500 ESE im Kubikzentimeter Salbe für notwendig. Nach Schloß sind die Erfolge bei Spontankelloiden bedeutend besser als bei traumatischen Kelloiden, zu denen auch die operativen gehören; diese seien therapieresistenter. Im ganzen sind also die Erfolge auch auf diesem Gebiete keinesfalls ungünstig.

VIII. Zusammenfassende Betrachtung

Sowohl nach den theoretischen Ueberlegungen als auch nach den vielfachen praktischen Erfahrungen ist die Wirkung der Radiumsalben eine recht günstige. Diesen Erfolg verdanken sie fast ausschließlich den in ihnen überwiegend wirksam werdenden Alphastrahlen. Bei der geringen Durchdringungsfähigkeit dieser Strahlen, die sämtlich in den obersten Schichten absorbiert werden, wird in der Hauptsache eine Oberflächenwirkung erzielt. Dagegen ist diese bei der Radon- und der Thorium X-Salbe bei der kurzen Zerfallszeit des in ihnen enthaltenen radioaktiven Stoffes außerordentlich intensiv und äußert sich wie ein Gewitter; die Thorraduransalbe, bei der wegen der geringen Menge des radioaktiven Stoffes die Intensität der Ausstrahlung geringer ist, sucht den Erfolg wie die Homöopathie durch kleine, aber länger wirkende Dosen herbeizuführen.

Durch die Ausstrahlung der Salben wird die Funktion der lebenden Zelle angeregt und günstig beeinflußt, die Neubildung und Heilung gefördert. Jedenfalls ist die günstige Wirkung der radioaktiven Strahlen weit stärker als bei Bädern oder anderen radioaktiven Präparaten.

Die Heilwirkung der meist indifferenten Salbenunterlage tritt hinter diesem Einfluß fast völlig zurück. Jedoch wird, besonders bei der Thorraduransalbe, die Gesamtwirkung noch durch besondere Zusätze, wie Vitamin D oder Allantoin verstärkt.

Ein besonderer Vorzug der Radonsalbe ist, daß bei ihr durch die tiefer ins Gewebe eindringende Salbe auch die in ihr angereicherte Radiumemanation tiefer ins Gewebe transportiert wird, dadurch in den Kreislauf eintritt und auf diesem Wege auch eine günstige Allgemeinwirkung auf den Organismus

ausübt. Bei der Thorium X-Salbe kommt diese Wirkung wegen der kurzen Zerfallszeit seiner Emantion, bei der Thorraduransalbe wegen der geringen Intensität seiner Strahlung kaum zur Geltung.

Bei allen Radiumsalben werden zwar auch Beta- und Gammastrahlen ausgesandt, deren Beteiligung ist aber so gering, daß sie einen ins Gewicht fallenden Einfluß auf das Gewebe nicht ausüben. Auf der anderen Seite ist aber auch eine schädigende Festsetzung radioaktiver Stoffe im Organismus nicht zu fürchten, diese werden vielmehr rechtzeitig aus dem Körper ausgeschieden.

Die Radon- und die Thorium X-Salbe verursacht mitunter ein Erythem, die Thorium X-Salbe außerdem auch eine Pigmentierung der Haut. Dies sind aber nur vorübergehende, unschädliche Erscheinungen.

Hervorzuheben ist auch die schmerzstillende Eigenschaft der Radiumsalben.

Bei der Anwendung ist von Vorteil, daß die Einwirkung des radioaktiven Stoffes viel mehr als bei anderen radioaktiven Mitteln örtlich begrenzt werden kann, die Anwendungsweise selbst ist höchst einfach.

Die Dosierung kann nach dem Bedürfnis eingerichtet und verschieden gestaltet werden, insbesondere bei der Radon- und bei der Thorium X-Salbe. Die Bestellung dieser Salben und der Zeitpunkt ihrer Anwendung erfordert aber insoferne eine gewisse Aufmerksamkeit, als beide wegen ihrer verhältnismäßig kurzen Zerfallszeit rasch ihren Wirkungsgrad verändern; der Versand ist aber so geregelt, daß die Salbe jeweils zum gewünschten Zeitpunkt mit dem angeforderten Wirkungsgrad zur Verfügung steht. Die Thorraduransalbe hat, was den radioaktiven Gehalt anbelangt, eine unbegrenzte Lebensdauer.

Für Radiumsalben ist bei hoher Intensität nur wenig radioaktiver Grundstoff nötig und deshalb ihre Anschaffung nicht teuer. Ihre Anwendung ist daher unverhältnismäßig billiger als die sonstige Strahlenbehandlung. Dazu kommt der große Vorteil, daß die Salben eine Strahlentherapie auch in ambulanter Behandlung ermöglichen, was für den Patienten bequemer und billiger ist; sie können daher auch bei Minderbemittelten in weitem Umfang angewendet werden, und zwar auch von einem Arzt, der nicht im Besitz eines teueren Strahlenapparates oder gar von Radium oder Mesothorium ist.

Was die Indikation anlangt, so ist mit an erster Stelle die Anwendung von Radiumemanationssalbe bei Röntgen- und anderen Strahlenschäden der Haut angezeigt; es ist das eine neue wertvolle Methode bei einer Erkrankung, die sehr

langwierig ist und bisher nur äußerst schwer zu beeinflussen war. In der Dosierungsfrage hält man sich zweckmäßig an die von Uhlmann angegebenen Werte, die sich aus zahlreichen Versuchen als am vorteilhaftesten erwiesen haben: Wöchentlich einmal wird für 8 Stunden ein Verband von 50 bis 100 ESE pro Gramm Salbe angelegt. Weniger zuverlässig sind bei diesen Erkrankungen die Erfolge mit Thorium X. Bei Thorraduransalbe scheinen nicht genügend praktische Erfahrungen vorzuliegen, daß sich ein klares Urteil darüber bilden ließe.

Ein weiteres besonderen Erfolg versprechendes Anwendungsgebiet sind ferner für alle drei Salben Krankheitszustände, die durch ihre Sensibilität eine schon für Schwachreize ansprechende Reizstufe haben. Hierher gehören vor allem die mit erhöhter Empfindlichkeit einhergehenden Erkrankungen des Nervensystems, wie Neuralgien, Ischialgien, Neurosen, ferner gichtische und chronisch entzündliche Erkrankungen. Bei Arthritiden, Rheuma, Gicht und Ischias ist die Radiumemanationssalbe den beiden anderen Salben weit überlegen, da durch sie diese Krankheiten neben der örtlichen Wirkung durch die Allgemeinwirkung von Grund auf beeinflußt werden. Bei Applikation von 5 bis 6 Radonverbänden mit etwa 200 ESE und einer Bestrahlungsdauer von 24 bis 48 Stunden hat man gute Aussichten auf Erfolg. Neuralgien und Neuritiden hautnaher Nerven (Nervi intercostales, Nervus trigeminus, occipitalis, bracchialis) sind mit allen drei Salben bei mittlerer Dosis etwa gleich gut zu beeinflussen. Selbstverständlich darf bei der ganzen Gruppe der arthritischen und rheumalgischen Erkrankungen die medikomechanische Behandlung nicht außer acht gelassen werden.

Bei entzündlichen Erkrankungen wie Tendovaginitis, Epicondylitis, Bursitis sind die drei Salbenarten geeignet, doch ist auch hier die Radiumemanationssalbe vorzuziehen; mit einer Dosis von 100 bis 300 ESE für 24 bis 36 Stunden kann man günstige Erfolge erwarten.

Eines der wichtigsten Indikationsgebiete für Radiumsalben ist das ausgedehnte Gebiet der Hautkrankheiten. Bei sachgemäßer Anwendung wird man mit jeder dieser Salben in vielen Fällen von Psoriasis, Ekzem, Lichen ruber, Neurodermatitis u. dgl. mit 100 bis 200 ESE Heilung oder Besserung erwarten können. Bei tieferliegenden Hautkrankheiten, wie Lupus vulgaris u. dgl. muß eine etwa höhere Dosierung gewählt werden. Besonders dankbar ist auch die Behandlung von pruriginösen Erkrankungen; bei örtlichem Pruritus wird durch häufigeren Verband von längerer Dauer, bei universellem Pruritus durch bloßes Bestreichen der Haut (ohne Verband), in beiden Fällen mit ganz schwacher Dosierung (50 bis 100 ESE), das Beste erreicht.

Auch bei Ulcus cruris, Fisteln, Decubitus und anderen schlecht heilenden Wunden können die Salben angewandt werden. Man wählt mittlere Dosierung, Fisteln werden mittels Rekordspritze mit dicker Kanüle ganz mit Salbe ausgefüllt. Wenn auch in diesen Fällen die Behandlung nicht immer von Erfolg begleitet ist, so erscheint sie doch nicht aussichtslos. Im allgemeinen wird sich bei allen Hautkrankheiten, da es sich meist um chronische, mit anderen Mitteln vergeblich behandelte Fälle handelt, eine häufigere Wiederholung der Bestrahlung als nötig erweisen.

Für Beseitigung von Naevi, Kelloiden und Epitheliomen müssen Konzentrationen bis zu 1000 ESE angewandt werden; es kommt dafür nur Radon- und Thorium X-Salbe in Betracht, Thorraduransalbe ist zu schwach dazu. Bei Einhaltung der genannten Dosierungsgrenze sind Schädigungen nicht zu fürchten.

Alles in allem bedeuten die drei Salben, vor allem die Radiumemanationssalbe, von der wohl auch die meisten Erfahrungen vorliegen, einen wertvollen Fortschritt in der Heilbehandlung. Trotzdem wird, je nach Lage des Falls, zweckmäßig zu der Radiumsalbenbehandlung noch Röntgenoberflächentherapie oder Grenzstrahlentherapie hinzugefügt; außerdem darf die spezifische und allgemeine Behandlung, die für den Fall angezeigt ist, nicht außer acht gelassen werden.

Leider ist in den letzten Jahren die Radiumschwachtherapie durch unangebrachte Laienpropaganda, die jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehrte und dazu diente meist wertlose Präparate zu hohen Preisen auf den Markt zu bringen, in ärztlichen Kreisen vielfach in Mißkredit gekommen. Bei den Radiumsalben aber handelt es sich um ernst zu nehmende und erprobte Mittel der Radiumschwachtherapie, an denen der gewissenhafte Arzt nicht vorübergehen kann, vielmehr ist mit ihnen dem Arzt ein Mittel in die Hand gegeben, die Fortschritte auf diesem Gebiet auf einfache Weise und ohne teuere Apparate für die Kranken nutzbar zu machen. Bei kritischer Auswahl der Fälle wird er mit Befriedigung manche Erfolge feststellen können.

Schrifttum

1. Aretz H. (Bonn): Die Behandlung der Haemangione. Med. Klin., Nr. 11 (1936).
2. Brünauer, Stefan Robert (Wien): Zur Anwendung der Radiumschwachtherapie in der Dermatologie. Strahlenther., 58. Bd. (1937).
3. Engel, Hermann (Berlin): Radonsalbe „Radiogen" in der Orthopädie. Fortschr. der Ther., H. 9, S. 568 (1935).
4. Fernau A. und Juris K.: Zur Dosisleistung von Radiumschwachpräparaten. Klin. Wschr., Nr. 48. S. 1725/26 (1935).
5. Friedrich W. und Noethling W. (Berlin): Radioaktivität und Pharmazie. Pharmaz. Ztg., Nr. 79, S. 1047/50 (1936), Nr. 85, S. 1130/33 (1936).
6. Frik Karl: Aktuelle Fragen zur Biologie der Wirkung von Röntgen-, Radium- und Kathodenstrahlen. Med. Welt, S. 1304—1307 (1937).
7. Gudzent Friedrich (Berlin): Radiumtherapie bei inneren Krankheiten und Kurpfuschertum. Dtsch. med. Wschr.. Nr. 13, S. 499 ff. (1933).
8. Happel P. (Hamburg): Die Radiumemanationssalbentherapie. Dtsch. med. Wschr., Nr. 34, S. 1274 (1934).
9. Happel P., Langer E., Schloß, Uhlmann, Langlois: Die Radonsalbe „Radiogen" auf dem IV. internationalen Radiologenkongreß in Zürich. Radiol. Rdsch., Bd. 3, H. 3—4 (1934).
10. Janitzky A., W. Rasching, O. Steinke und W. Wichmann: Untersuchungen über die Frage, ob Radiumemanation durch die Haut des menschlichen Körpers hindurchgeht. Klin. Wschr., Nr. 43, S. 1692/93 (1933).
11. Kleinberg F. (Wien): Ueber einige ältere und neuere Mittel und Methoden zur Bekämpfung rheumatischer Erkrankungen. Med. Klin., Nr. 35 (1935).
12. Landt F. (Potsdam): Kombinierte Thorium X-Lichtbehandlung bei Psoriasis. Dtsch. med. Wschr., Nr. 42, S. 1782 (1930).
13. Lang Gustav: Ueber die Permeabilität der menschlichen Haut für Radiumemanation im Luftbad. Strahlenther., Bd. 52, S. 187—192 (1935).
14. Langer Erich (Berlin-Charlottenburg): Die Radiumemanationsbehandlung der Haut. Derm. Wschr., Bd. 99, Nr. 39 (1934).
15. Laqueur A. (Ankara): Ueber Radium-Schwachbehandlung. Jahreskurse ärztl. Fortbild., Augustheft 1936, S. 88 ff.
16. Lazarus: Handbuch der gesamten Strahlenheilkunde (Bd. I u. II).
17. Leight V.: Therapie col Thorium X. Zentralbl. f. die ges. Radiol., Bd. 19, S. 367 (1935).

18. Leipold W. (Greifswald): Die Behandlung der Nagelpsoriasis. Derm. Wschr., Bd. 100, Nr. 11 (1935).

19. Markl J. (Mährisch-Ostrau): Radiumemanation und Organismus. Strahlenther., Bd. 49, S. 92—117 (1934).

20. Meyer Stefan (Wien): Physikalische Grundlagen von Emanationskuren. Strahlenther., Bd. 58 (1937).

21. Preger (Prag): Zur biologischen Therapie nichtinfektiöser Myalgien und Neuralgien. Oertliche Korrespondenz, H. 14 (1936).

22. Reich Johann: Die neueren Forschungen über die biologischen Wirkungen der Röntgen- und Radiumstrahlen. Münchener medizinische Dissertation (Radiol. Rdsch., Bd. 3).

23. Reuen: Thorraduran. (Thorraduranwerk A.G., Hüls b. Krefeld.)

24. Rost G. A. und E. Uhlmann (Freiburg): Radiumemanationssalbe zur Behandlung von Röntgenschäden der Haut. Münch med. Wschr., Nr. 21, S. 859 (1932).

25. Santholzer W. (Prag): Versuch zur Lösung der Frage der Permeabilität der Haut für Radiumemanation. Strahlenther., Bd. 48, S. 519—534 (1933).

26. Schloß W. (Wien): Zur Frage der Radon- (Radiumemanations-) Therapie. Wien. klin. Wschr., Nr. 46 (1936).

27. Tachau P.: Zur Strahlentherapie der Ekzeme und ekzemähnlichen Dermatosen im Kindesalter. Klin. Wschr., Nr. 18, S. 647—49 (1935).

28. Tiemann und Garmsen (Kiel): Ueber die Emanationsbehandlung. Münch. med. Wschr., Nr. 5 (1932).

29. Tschelnitz (Brünn): Zur Theorie und Praxis der Dosierung bei Radiumemanationskuren. Dtsch. med. Wschr., Nr. 52, S. 2004—5 (1934).

30. Tschelnitz (Brünn): Zum Strahleneffekt radonhaltiger Salben. Strahlenther., Bd. 58 (1937).

31. Uhlmann Erich (Freiburg): Neue Methoden in der Prophylaxe und Therapie von Röntgenstrahlenschäden der Haut. Med. Klin., Nr. 49, S. 1649—51 (1933).

32. Uhlmann Erich und Grethe Schambye (Kopenhagen): Ueber erfolgreiche Behandlung von Strahlenschäden der Haut. Strahlenther., Bd. 52, S. 282—298 (1935).

33. Velden, van den (Berlin): Ueber Radonsalbe „Radiogen". Fschr. Ther., H. 3, S. 179 (1935).

Lebenslauf

Am 10. Januar 1911 wurde ich in Augsburg als Sohn des nunmehrigen Direktors bei der Reichsbahn Johann Kittemann und seiner Ehefrau Karola, geb. Barth, geboren, besuchte von Jahr 1917 bis 1921 die Volksschule, von 1921 bis 1930 das Neue Gymnasium in Nürnberg. Nach bestandener Reifeprüfung begann ich das medizinische Studium an der Universität Würzburg, wo ich auch im Jahr 1932 die ärztliche Vorprüfung bestand, setzte dann mein Studium zunächst in Würzburg, dann in Innsbruck und endlich in München fort. Hier unterzog ich mich auch der medizinischen Hauptprüfung. Vom 1. Februar 1936 bis 1. Februar 1937 war ich dann als Medizinalpraktikant am städtischen Krankenhaus Schwabing (II. medizinische Abteilung), an der chirurgischen Universitätspoliklinik und an der I. Universitätsfrauenklinik in München. Nachdem ich hier noch einige Zeit als Volontärassistent geblieben war, bin ich nunmehr als solcher am städtischen Krankenhaus l. d. I. in München in der Abteilung für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten tätig.